

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/EP05/050573

International filing date: 09 February 2005 (09.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FR

Number: 04 01395

Filing date: 12 February 2004 (12.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 16 March 2005 (16.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 14 FEV. 2005

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIETE  
INDUSTRIELLE

SIEGE

26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)





INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

► N° Indigo 0 825 83 85 87

0,15 € TTC/min

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

Réservé à l'INPI

## REMISE DES PIÈCES

DATE 12 FEV 2004

LIEU 75 INPI PARIS F

N° D'ENREGISTREMENT 0401395

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE  
PAR L'INPI 12 FEV. 2004Vos références pour ce dossier  
(facultatif)

63 320

## Confirmation d'un dépôt par télécopie

 N° attribué par l'INPI à la télécopie

## 2 NATURE DE LA DEMANDE

Cochez l'une des 4 cases suivantes

Demande de brevet



Demande de certificat d'utilité



Demande divisionnaire



Demande de brevet initiale



ou demande de certificat d'utilité initiale

Transformation d'une demande de  
brevet européen Demande de brevet initialeDate  /  /   /  / Date  /  /   /  / Date  /  /   /  / 

## 3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

CAPTEUR CHIMIQUE TANDEM HAUTEMENT SLECTIF ET PROCEDE DE DETECTION UTILISANT CE CAPTEUR

4 DECLARATION DE PRIORITE  
OU REQUETE DU BENEFICE DE  
LA DATE DE DEPOT D'UNE  
DEMANDE ANTERIEURE FRANCAISE

Pays ou organisation

Date  /  /   /  /  N°

Pays ou organisation

Date  /  /   /  /  N°

Pays ou organisation

Date  /  /   /  /  N° S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

## 5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

 Personne morale Personne physiqueNom  
ou dénomination sociale

THALES

Prénoms

Société Anonyme

N° SIREN

5 5 2 0 5 9 0 2 4

Code APE-NAF

Domicile  
ou  
siège

Rue

45, rue de Villiers

Code postal et ville

9 2 2 0 0 NEUILLY-SUR-SEINE

Pays

FRANCE

Nationalité

Française

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

 S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

INPI



N° 11354\*03

BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE  
page 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W / 030103

**BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**  
page 2/2

**BR2**

REMISE DES PIÈCES		Réervé à l'INPI
DATE	12 FEV 2004	
LIEU	75 INPI PARIS F	
N° D'ENREGISTREMENT	0401395	
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		

DB 540 W / 210502

<b>6 MANDATAIRE</b>			
Nom		ESSELIN	
Prénom		Sophie	
Cabinet ou Société		THALES	
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		8325	
Adresse	Rue	31-33, avenue Aristide Briand	
	Code postal et ville	9141117 ARSUEIL Cedex	
	Pays	FRANCE	
N ° de téléphone (facultatif)		01.41.48.45.24	
N ° de télécopie (facultatif)		01.41.48.45.01	
Adresse électronique (facultatif)			
<b>7 INVENTEUR (S)</b>		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques	
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt	
		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques	
		<input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG <input type="text"/>	
<b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b>		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences	
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe			
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</b>			
Sophie ESSELIN		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b> 	

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

cerfa  
N° 11354\*03

### REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

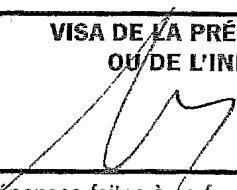
Page suite N° 1.../1...

**BR/SUITE**

REMISE DES PIÈCES	
DATE	12 FEV 2004
LIEU	75 INPI PARIS F
N° D'ENREGISTREMENT	0401395
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 829 © W /210103

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>		63 320
<b>DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTIÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation Date _____ N° Pays ou organisation Date _____ N° Pays ou organisation Date _____ N°
<b>5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)</b>		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique
Nom ou dénomination sociale		COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
Prénoms		
Forme juridique		Etablissement Public
N° SIREN		17175161815101191
Code APE-NAF		_____
Domicile ou siège	Rue	31-33, rue de la Fédération
	Code postal et ville	1715101151 PARIS
	Pays	FRANCE
Nationalité		Française
N° de téléphone (facultatif)		
N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif)		
<b>5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)</b>		<input type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique
Nom ou dénomination sociale		
Prénoms		
Forme juridique		
N° SIREN		_____
Code APE-NAF		_____
Domicile ou siège	Rue	
	Code postal et ville	_____
	Pays	
Nationalité		
N° de téléphone (facultatif)		
N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif)		
<b>6 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</b>		 Sophie ESELIN
		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b> 

## CAPTEUR CHIMIQUE TANDEM HAUTEMENT SELECTIF ET PROCEDE DE DETECTION UTILISANT CE CAPTEUR

Le domaine de l'invention est celui des capteurs chimiques et notamment des capteurs capables de détecter des molécules particulièrement dangereuses telles que explosifs, drogues ...

De manière générale un capteur chimique comprend une couche sensible mise en contact avec un transducteur qui traduit le signal chimique généré suite aux interactions entre la couche sensible et le composé à détecter en un signal facilement quantifiable. Un capteur chimique efficace doit donc remplir les deux conditions suivantes : être capable de créer facilement des interactions avec la molécule à détecter et générer un signal aisément observable.

Un très grand nombre de solutions technologiques dans le domaine de la détection de gaz sont aujourd'hui disponibles. Cependant, il n'y a pas encore de système qui allie grande sélectivité, très grande sensibilité et temps de réponse très court pour la détection des gaz dangereux.

Pour ce qui concerne la détection d'explosifs (dérivés nitro aromatiques), il y a principalement quatre types de capteurs qui sont aujourd'hui en cours de mise au point :

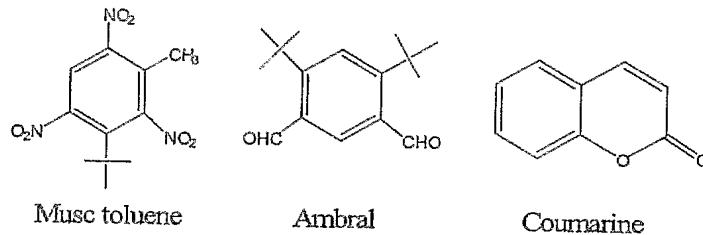
- 20            \* Un capteur basé sur des mesures de mobilité d'ions (IMS) qui permet d'identifier les molécules après que celles-ci aient été ionisées et défléchies sous un champ électrique (Ion track's ITEMISER, GE-Interlogix). Les tests montrent que ce capteur est efficace pour des détections de composés ayant une pression de vapeur élevée, mais est inefficace pour détecter le TNT ou le DNT (Singh, S.Singh M., Signal processing, 2003,83,31-55)
- 25            \* Un capteur à onde acoustique de surface (Naval research Laboratory, Geo-Centers, Inc. NovaResearch Inc.)
- 30            \* Une détection à distance de modification de fluorescence de particules qui préconcentrent les dérivés aromatiques. (Sandia National Laboratories)

Un capteur optique basé sur l'extinction (quenching) de la fluorescence d'un polymère II conjugué et dédié à la détection de mines antipersonnelles (Nomadics Inc. et MIT) ( Brevets Swager T.M. EP 1281744, WO 0216463, EP 1263887). Les auteurs revendent la détection de traces de TNT à des concentrations aussi faibles que quelques ppt (parties par trillion). L'efficacité de la couche sensible résulte de l'effet d'amplification chimique causée par la présence de macromolécules II conjuguées.

5 Bien que ce type de capteur développé par Nomadics Inc. semble très performant, il apparaît que la sélectivité n'est que partielle puisque a priori de nombreuses molécules de type électron déficient peuvent éteindre (quencher) la fluorescence du polymère et donc conduire à de fausses alarmes.

10 Dans le cas de molécules d'explosifs, les interférents potentiels peuvent être des parfums, dont certains sont représentés ci-dessous.

15



Le nitrobenzène, sous produit du tabac, peut aussi fausser les détections.

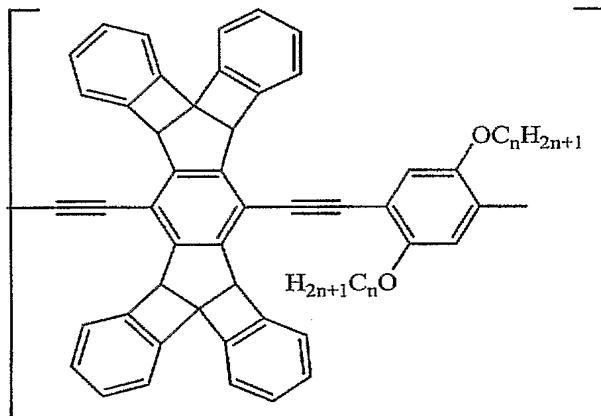
20 C'est pourquoi la présente invention propose un capteur chimique hautement sélectif combinant la détection d'entités moléculaires par une variation de fluorescence et la sélection préalable desdites entités par un filtre chimique à base de matériau à empreintes moléculaires.

25 Ainsi afin de pallier le manque de sélectivité des capteurs de l'état de l'art, et éviter tout problème de « fausse alarme », l'invention propose un nouveau concept de capteur dans lequel on associe un matériau qui va trier les molécules (filtre) avec un matériau fluorescent qui jouera le rôle de couche sensible.

Il est à noter également que de cette façon, on limite aussi les 30 risques de saturation du polymère sensible suite à l'adsorption de molécules interférentes.

Plus précisément l'invention a pour objet un capteur chimique destiné à la détection d'un type de molécule comprenant un matériau fluorescent capable de former un complexe avec le type de molécule à détecter et des moyens de mesure de la variation de fluorescence dudit 5 matériau, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un filtre comportant un matériau polymère comprenant des cavités dites à empreintes moléculaires dont la configuration géométrique et chimique est définie de façon à fixer uniquement le type de molécule à détecter.

10 Avantageusement le matériau fluorescent peut-être un polymère ou un ensemble de petites molécules. Le polymère fluorescent peut-être un polymère à chaîne pi-conjuguée, par exemple de type



Site d'extinction (quenching)

15

Il peut aussi s'agir d'un polymère à chaînes latérales de type :

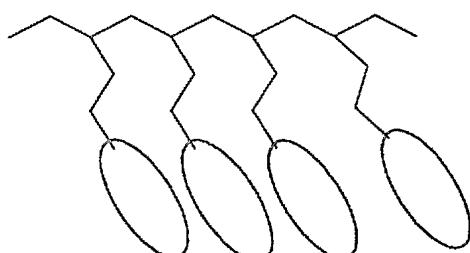
Formule générale :



Groupe fluorescent

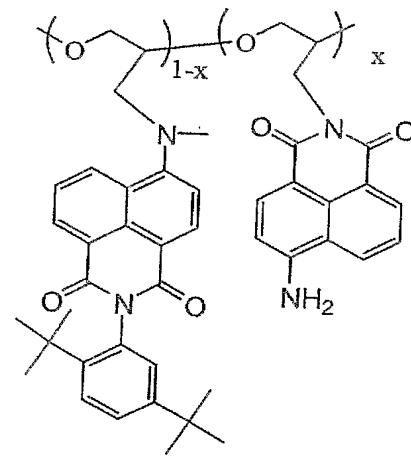
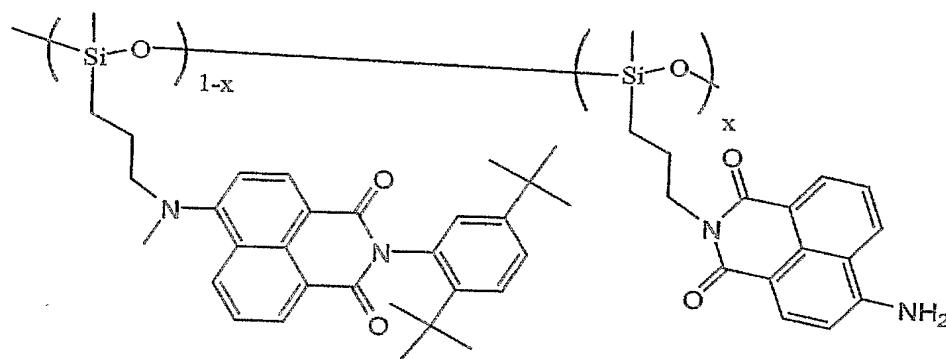
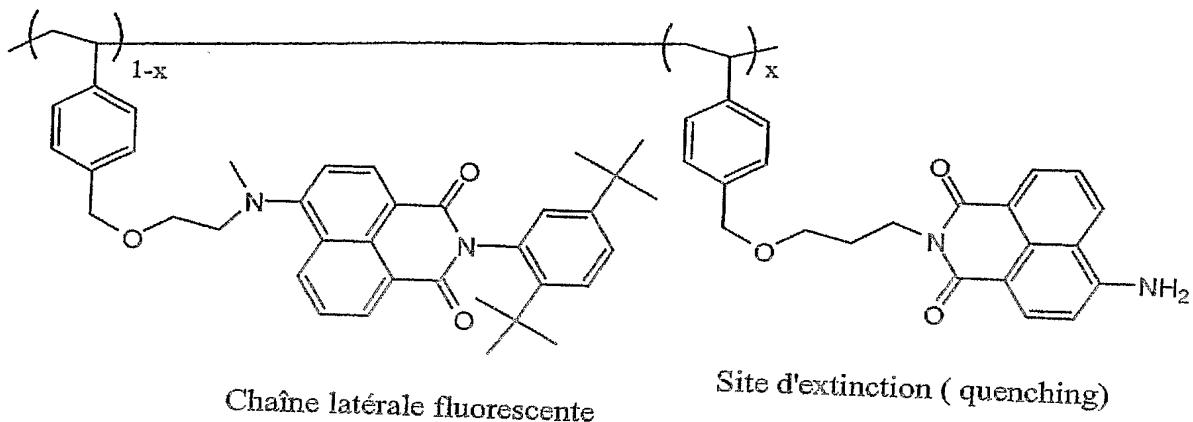


Site d'extinction



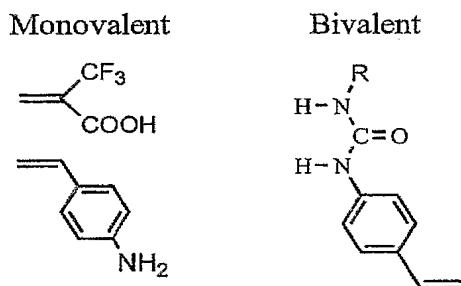
20

Exemples :



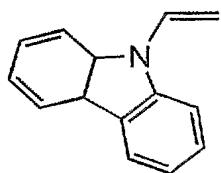
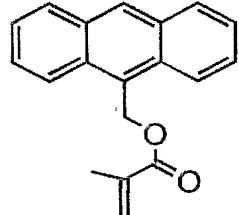
Avec x fraction molaire. On choisira de préférence  $x < 0,05$

- Avantageusement le matériau polymère comprenant des cavités dites à empreintes moléculaires peut-être obtenu à partir de monomères fonctionnels capables de complexer la molécule à détecter, les interactions pouvant être du type liaison hydrogène,
- 5



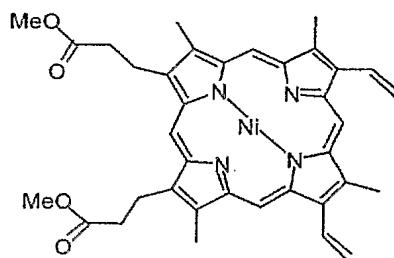
10

ou de type  $\pi-\pi$  interactions



15

ou complexes métal-ligand



Dans le capteur selon l'invention le matériau fluorescent peut-être déposé en couche mince à la surface d'au moins un premier substrat.

Le matériau polymère comprenant des cavités dites à empreintes moléculaires peut être réalisé à la surface d'une membrane où à la surface de microbilles de manière à réaliser une surface d'échange maximale avec l'extérieur et de façon à permettre également un temps de réponse (temps d'adsorption des molécules à détecter) le plus court possible. Plus précisément il peut être formé à la surface d'une membrane ou à la surface de microbilles maintenues dans un support poreux, positionné perpendiculairement au flux chargé ou positionné parallèlement au flux gazeux et arrangé dans une colonne de type colonne chromatographique.

Avantageusement le capteur peut comprendre une pompe pour aspirer un milieu extérieur chargé du type de molécule à détecter.

Il peut également comprendre une source de gaz inerte pouvant être de l'azote, positionné en aval de la pompe pour transporter les molécules à détecter vers le matériau polymère à cavités.

Selon l'invention, le capteur peut aussi comprendre un obturateur amovible permettant de séparer le matériau polymère à cavités du matériau fluorescent.

Les moyens de détection de variation de fluorescence peuvent avantageusement comprendre une source de lumière pour illuminer le matériau fluorescent et des moyens de photodétection pour collecter au moins une partie de la lumière émise par le complexe formé entre le matériau fluorescent et les molécules à détecter, ou pour mesurer la diminution de la lumière émise par le matériau « brut » suite à l'adsorption de la molécule à détecter c'est à dire suite à la formation du complexe.

L'invention a aussi pour objet un procédé de détection chimique d'un type de molécule par un capteur selon l'invention, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- la capture par adsorption selective du type de molécules à détecter par le matériau polymère comprenant des cavités dites à empreintes moléculaires.
- la désorption desdites molécules par un flux gazeux secondaire après capture par le matériau polymère.
- la formation d'un complexe entre le matériau fluorescent et les molécules à détecter par circulation du flux gazeux chargé en molécules à détecter au niveau du matériau fluorescent.
- la mesure de variation de fluorescence entre le matériau fluorescent et le complexe formé.

Avantageusement la capture du type de molécules à détecter peut être effectuée avec une pompe de manière à collecter un flux extérieur au capteur chargé en molécules à détecter.

Selon l'invention, le procédé peut comprendre la fermeture d'un obturateur permettant d'isoler le matériau polymère comprenant des cavités, du matériau fluorescent, lors de l'opération de capture. Il peut alors également comprendre l'ouverture de l'obturateur lors de l'opération de désorption de manière à envoyer le flux secondaire chargé en molécules à détecter en direction du matériau fluorescent.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre donnée à titre non limitatif et grâce aux figures annexées parmi lesquelles :

- La figure 1 schématise le processus d'élaboration de matériau à empreintes moléculaires.
- La figure 2 illustre un exemple de capteur chimique selon l'invention.

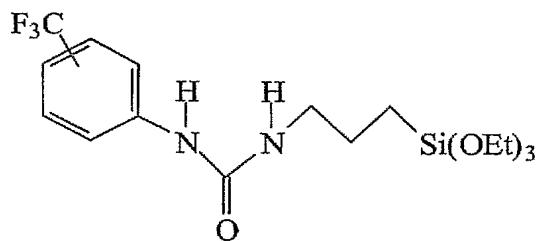
De manière générale le capteur selon l'invention comprend un filtre comprenant un polymère à empreinte moléculaire préparé à partir de la molécule à détecter porté par un support. Le support pourra être constitué soit par une membrane fonctionnalisée soit par un ensemble de microbilles fonctionnalisées.

De manière générale, les polymères dits « à empreintes moléculaires » (Molecularly Imprinted Polymers – MIPs) sont des systèmes biomimétiques robustes permettant de capter sélectivement un type de molécule donnée.

5 Tout comme les récepteurs biologiques, les MIPs bénéficient d'une grande affinité et d'une bonne sélectivité pour des molécules données. A priori, on peut concevoir des MIPs à l'image de toute molécule ou famille de molécules fonctionnelles (« méccano moléculaire ») : ainsi, on peut envisager la synthèse de MIPs « à façon » et plus particulièrement pour des 10 molécules cibles pour lesquelles il n'existe pas d'équivalent biologique.

En raison de leur structure chimique hautement réticulée, les MIPs présentent une très bonne stabilité thermique et chimique. Ils ont d'autre part l'avantage d'être synthétisés à partir de réactifs bas coût. Les MIPs peuvent être de différentes nature : organique, hybride organique-inorganique ou 15 inorganique. Comme résumé sur le schéma illustré en figure 1 et décrit de façon plus détaillée ci-après, le polymère à empreinte moléculaire (MIP) est obtenu par polymérisation, à l'aide d'un amorceur, et en présence d'un agent réticulant d'un ou plusieurs types de monomères polyfonctionnels (mf) en présence d'une molécule dite gabarit (mg) qui peut être soit directement la 20 molécule à détecter, soit un analogue stérique et chimique. Lors d'une première étape dite de « préarrangement », la molécule gabarit développe des interactions avec un ou plusieurs monomères fonctionnels dans un solvant porogène. Lors d'une 2<sup>ème</sup> étape dite de « polymérisation », l'ajout d'un agent réticulant et d'un amorceur de polymérisation conduit à la 25 formation d'une matrice synthétique renfermant les sites de reconnaissance spécifiquement construits autour de la molécule gabarit. Lors de la 3<sup>ème</sup> étape dite « d'extraction », la molécule gabarit est éliminée à l'aide d'un solvant adéquat : on obtient finalement une matrice polymère présentant des cavités dites empreintes dont la configuration géométrique et chimique est 30 parfaitement adaptée à la fixation des molécules d'intérêt.

A titre d'exemple, et dans le cas de détection d'explosifs, le MIP pourra être un gel hybride obtenu à partir d'un mélange d'alkoxydes de silicium tels que le tetramethoxysilane et le methyltriméthoxysilane, dont certains pourront être fonctionnalisés par des groupements organiques, par exemple 35 l'alkoxyde suivant :



- Le gel hybride MIP pourra ensuite être obtenu par réaction de ces monomères par hydrolyse et polycondensation en présence d'eau et d'éthanol (un catalyseur acide ou basique pouvant par ailleurs être ajouté) et en présence de la molécule dite à imprimer (notamment, le 2,4 DNT, sous produit de la fabrication du TNT possédant une tension de vapeur plus élevée que le TNT).
- Le capteur chimique selon l'invention présente ainsi une partie amont capable de filtrer sélectivement un type de molécules et une partie aval comportant le matériau fluorescent et par la-même des sites de formation de complexes capables de créer des variations de fluorescence représentatives de la présence voire de la concentration desdites molécules dans l'environnement dans lequel aura été placé le capteur.

Nous allons décrire plus en détails les processus de fluorescence et illustrer les variations de fluorescence dues à la présence de complexe, phénomène physique utilisé dans la présente invention.

- De manière générale le transfert d'énergie entre le matériau hôte et la molécule à détecter peut être décrit par le mécanisme suivant :

Le procédé de transfert se fait en quatre étapes :

- 1) Absorption d'un photon d'énergie  $E_0$  par l'hôte
- 2) Relaxation de l'environnement d'une grandeur telle que l'énergie disponible pour une transition radiative de l'hôte est  $E_1 < E_0$
- 3) Transfert de l'énergie  $E_1$  au complexe dopant/site d'extinction
- 4) Retour à l'état fondamental par un processus non radiatif, ce qui explique la diminution de l'intensité de fluorescence.

Ainsi lorsqu'un faisceau lumineux illumine le matériau fluorescent à la fréquence  $\nu_0$  (énergie  $E_0$ ), la radiation d'énergie  $E_1$  se produit à la fréquence  $\nu_1$ .

- En présence du complexe matériau fluorescent / molécule à détecter, une partie de l'énergie  $E_1$  est convertie en chaleur, ce qui entraîne une diminution de l'intensité diffusée par le matériau.

Cette variation de quantité d'énergie à détecter par les moyens de photodétection est ainsi représentative de la présence de molécules à capter.

- Une autre voie de réduction de la fluorescence est d'autre part le transfert d'électron photoinduit qui procède par des phénomènes d'oxydation ou de réduction après excitation de molécules dites Donneur ou Accepteur.

Exemple de capteur et de procédé de détection selon l'invention :

15

La figure 2 illustre cet exemple :

- A l'entrée du capteur une pompe P1 alimente le capteur par un flux extérieur F1 d'air ambiant contenant des molécules à détecter. Typiquement dans le cas de suspicion d'explosif on cherchera à détecter des traces de 2,4 DNT inhérentes à la présence de TNT.

Une chambre amont est ainsi constituée en fermant l'obturateur Op, de manière à isoler le filtre de la partie aval de détection du capteur, constituée au niveau du matériau fluorescent.

- Après un temps de pompage donné (le plus court possible : de toute façon inférieur à qq minutes), la membrane (MIP) a emmagasiné suffisamment de molécules au sein de ses pores pour enclencher l'opération de désorption.

- En sortie de la pompe P1 on positionne avantageusement mais non nécessairement une source de gaz inerte typiquement de l'azote, assorti ou non de moyens de chauffage pour générer un flux F2 qui désorbe le matériau à empreintes moléculaires et permet de générer un flux inerte chargé des molécules à détecter que l'on envoie vers la partie aval du capteur en ouvrant l'obturateur Op. Avantageusement, l'utilisation d'un gaz inerte permet de limiter la dégradation photochimique du polymère fluorescent.

Une ouverture O1 est prévue pour relarguer à l'extérieur du capteur le gaz inerté chargé d'autres impuretés que les molécules que l'on cherche spécifiquement à détecter.

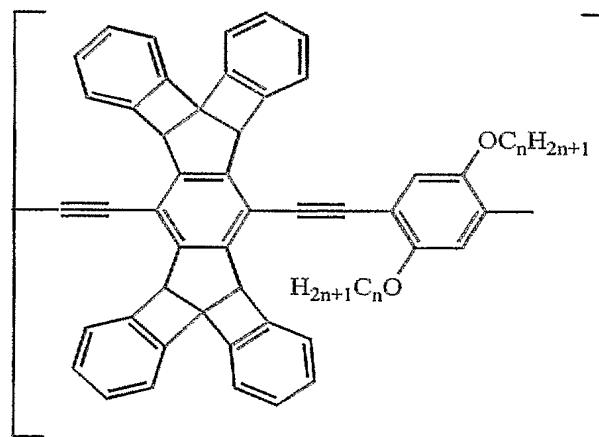
Le flux F2 chargé en molécules à détecter est transporté au  
5 niveau des substrats recouverts de matériau fluorescent. Ce dernier peut typiquement être déposé à la surface de deux substrats (S1, S2) orientés parallèlement à la direction du flux F2, de manière à optimiser la surface d'échange entre ledit flux et les sites capables de générer des complexes à transfert de charges au sein du polymère fluorescent.

10 Une seconde ouverture O2 est également prévue en partie avale du capteur pour permettre l'évacuation du flux F2.

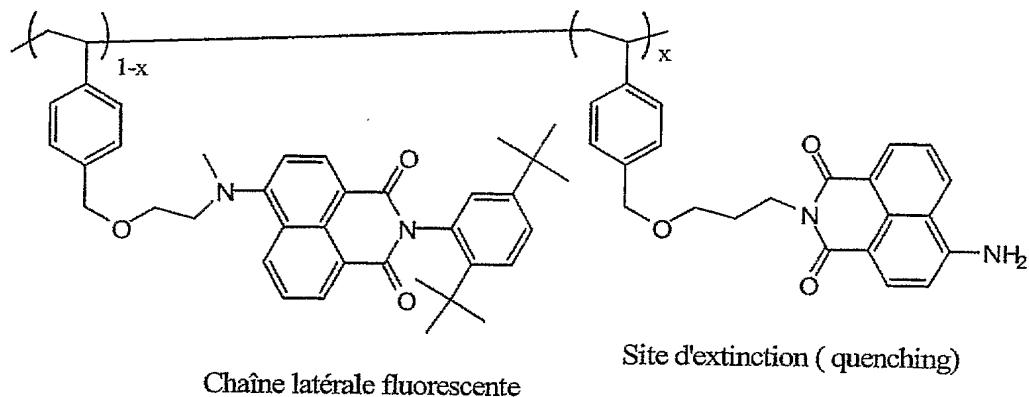
Les moyens de mesure comprennent une source de lumière SL de type laser ou diode laser pouvant émettre typiquement autour de 450 nm pour de la détection de molécules de DNT avec les polymères fluorescents  
15 précédemment décrits, qui vient irradier l'ensemble des substrats porteur de polymère fluorescent. Un photodétecteur (PM) de type PhotoMultiplificateur ou caméra CCD est placé perpendiculairement à la source de lumière de manière à recueillir une partie du rayonnement diffusé par le polymère chargé de molécules à détecter sans recueillir de lumière incidente  
20 directement émise par la source. Typiquement dans le cas de détection de DNT avec les polymères fluorescents précédemment décrits, le photodétecteur peut détecter des longueurs d'ondes centrées sur 530 nm (représentatives des radiations d'énergie E1 explicitées précédemment)

**REVENDICATIONS**

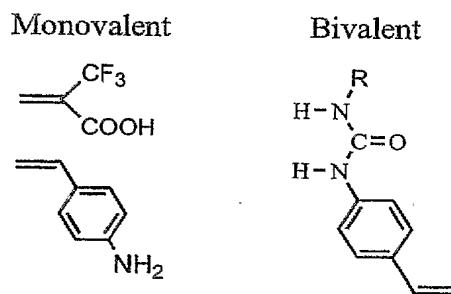
1. Capteur chimique destiné à la détection d'un type de molécule comprenant un matériau fluorescent capable de former un complexe à transfert de charge avec le type de molécule à détecter et des moyens de mesure de la variation de fluorescence dudit matériau, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un filtre comportant un matériau polymère comprenant des cavités dites empreintes moléculaires dont la configuration géométrique et chimique est définie de façon à fixer le type de molécule à détecter.
- 5 2. Capteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau fluorescent est un polymère à chaîne pi-conjuguée de type



- 15 3. Capteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau fluorescent est un polymère à chaînes latérales de type :

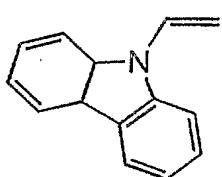
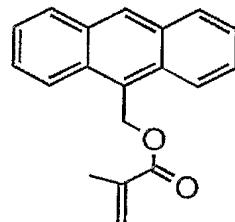


4. Capteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le matériau polymère comprenant des cavités dites à empreintes moléculaires est synthétisé à partir de monomères fonctionnels permettant de générer des interactions de type liaison hydrogène
- 5

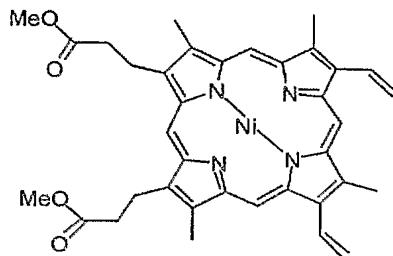


10

ou de type  $\pi-\pi$  interactions



ou complexes métal-ligand



- 5        5. Capteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le matériau fluorescent est déposé en couche mince à la surface d'au moins un premier substrat.
- 10      6. Capteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le matériau polymère comprenant des cavités dites à empreintes moléculaires est formé à la surface d'une membrane ou à la surface de microbilles maintenues dans un support poreux, positionné perpendiculaire au flux chargé, ou positionné parallèlement au flux gazeux et arrangé dans une colonne de type colonne chromatographique.
- 15      7. Capteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une pompe pour aspirer un milieu extérieur chargé du type de molécule à détecter.
- 20      8. Capteur selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend une source de gaz inerte pouvant être de l'azote, positionné en aval de la pompe pour transporter les molécules à détecter vers le matériau polymère à cavités.
- 25      9. Capteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un obturateur amovible permettant de séparer le matériau polymère à cavités du matériau fluorescent.
- 30      10. Capteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de détection de variation de fluorescence

comprennent une source de lumière pour illuminer le matériau fluorescent et des moyens de photodétection pour collecter au moins une partie de la lumière émise par le complexe formé entre le matériau fluorescent et les molécules à détecter ou en détecter sa diminution suite à la formation du  
5 complexe.

11. Procédé de détection chimique d'un type de molécule chimique par un capteur selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- 10 - la capture du type de molécules à détecter par le matériau polymère comprenant des cavités dites à empreintes moléculaires.
- la désorption desdites molécules par un flux gazeux secondaire après capture par le matériau polymère
- 15 - la formation d'un complexe entre le matériau fluorescent et les molécules à détecter par circulation du flux gazeux chargé en molécules à détecter au niveau du matériau fluorescent
- la mesure de variation de fluorescence entre le matériau fluorescent et le complexe formé.

20 12. Procédé de détection chimique selon la revendication 11, caractérisé en ce que la capture du type de molécules à détecter est effectuée avec une pompe de manière à collecter un flux primaire extérieur au capteur chargé en molécules à détecter.

25 13. Procédé de détection chimique selon l'une des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce qu'il comprend la fermeture d'un obturateur permettant d'isoler le matériau polymère comprenant des cavités, du matériau fluorescent, lors de l'opération de capture.

30 14. Procédé de détection chimique selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comprend l'ouverture de l'obturateur lors de l'opération de désorption de manière à envoyer le flux secondaire chargé en molécules à détecter en direction du matériau fluorescent.

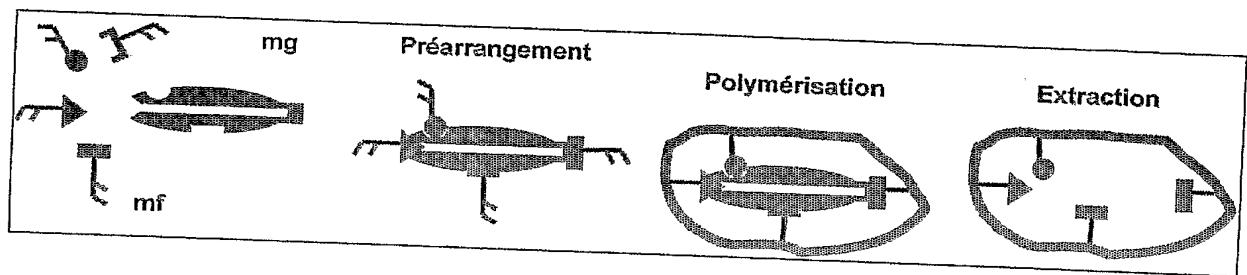


FIGURE 1

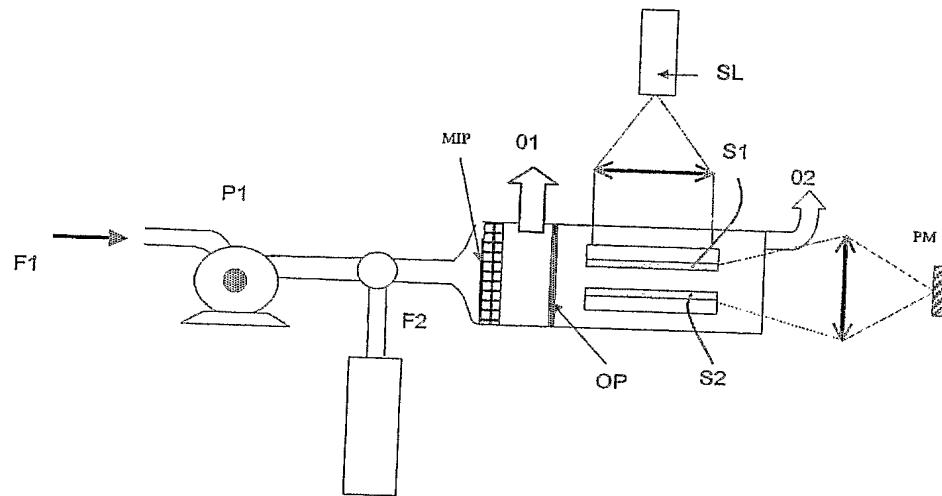


FIGURE 2

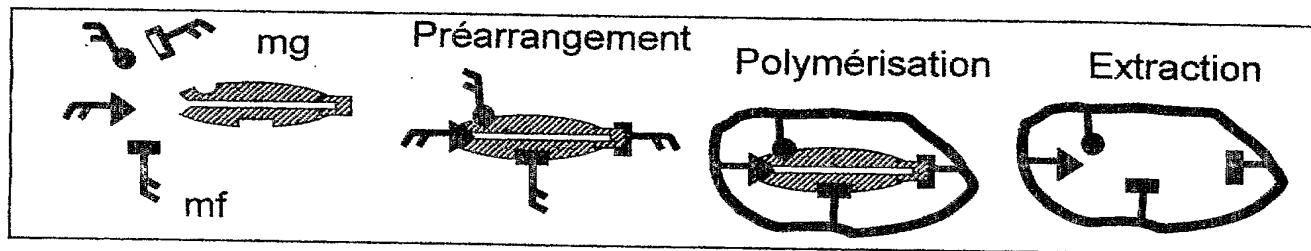


FIG.1

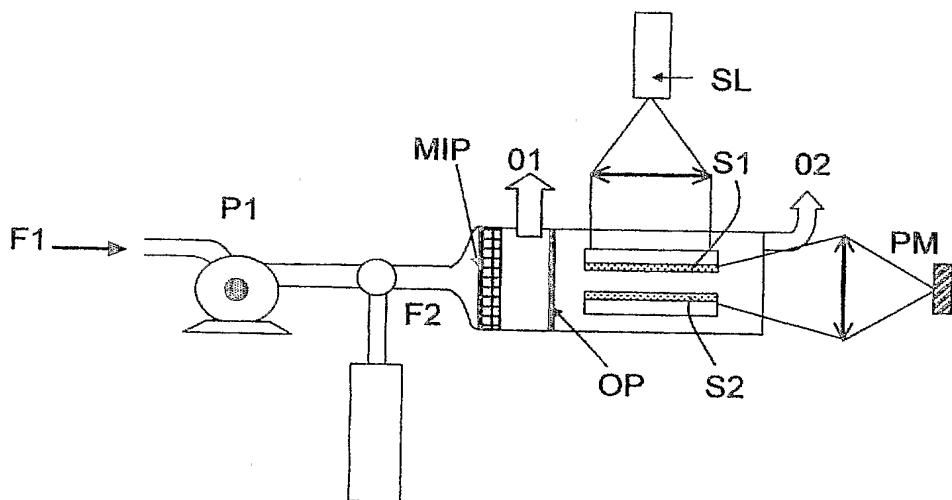


FIG.2



INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

reçue le 15/07/04

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

  
N° 11235\*03

Pour vous informer : INPI DIRECT

**INPI Indigo 0 825 83 85 87**  
0,15 € TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.../2..**

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 210103

**Vos références pour ce dossier (facultatif)****63320****N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL****0401395****TITRE DE L'INVENTION** (200 caractères ou espaces maximum)

CAPTEUR CHIMIQUE TANDEM HAUTEMENT SELECTIF ET PROCEDE DE DETECTION UTILISANT CE CAPTEUR

**LE(S) DEMANDEUR(S) :**

THALES et COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

**DESIGNE(nt) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :**

<input checked="" type="checkbox"/> Nom	FIORINI-DEBUISSCHERT	
Prénoms	Céline	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33, avenue Aristide Briand
	Code postal et ville	[9 141 1117] ARCUEIL Cedex
<i>Société d'appartenance (facultatif)</i>		CEA Saclay
<input checked="" type="checkbox"/> Nom	SIMIC	
Prénoms	Vesna	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33, avenue Aristide Briand
	Code postal et ville	[9 141 1117] ARCUEIL Cedex
<i>Société d'appartenance (facultatif)</i>		CEA Saclay
<input checked="" type="checkbox"/> Nom	VIGNEAU	
Prénoms	Olivier	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33, avenue Aristide Briand
	Code postal et ville	[9 141 1117] ARCUEIL Cedex
<i>Société d'appartenance (facultatif)</i>		CEA Saclay

S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivie du nombre de pages.

**DATE ET SIGNATURE(S)****DU (DES) DEMANDEUR(S)****OU DU MANDATAIRE****(Nom et qualité du signataire)**

Sophie ESSELIN



INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

N° Indigo 0 825 83 85 87  
0,15 € TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

reçue le 15/07/04

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11235\*03

### DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° ?.. / ?..

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 210103



Vos références pour ce dossier (facultatif)	63320																																		
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	0401395																																		
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)																																			
CAPTEUR CHIMIQUE TANDEM HAUTEMENT SELECTIF ET PROCEDE DE DETECTION UTILISANT CE CAPTEUR																																			
LE(S) DEMANDEUR(S) :																																			
THALES et COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE																																			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :																																			
<table border="1"><tr><td><input checked="" type="checkbox"/> Nom</td><td>LE BARNY</td></tr><tr><td>Prénoms</td><td>Pierre</td></tr><tr><td>Adresse</td><td>Rue</td></tr><tr><td></td><td>THALES Intellectual Property</td></tr><tr><td></td><td>31-33, avenue Aristide Briand</td></tr><tr><td>Code postal et ville</td><td>19 141 117 ARCUEIL Cedex</td></tr><tr><td colspan="2">Société d'appartenance (facultatif)</td></tr><tr><td><input checked="" type="checkbox"/> Nom</td><td></td></tr><tr><td>Prénoms</td><td></td></tr><tr><td>Adresse</td><td>Rue</td></tr><tr><td></td><td>Code postal et ville</td></tr><tr><td colspan="2">Société d'appartenance (facultatif)</td></tr><tr><td><input checked="" type="checkbox"/> Nom</td><td></td></tr><tr><td>Prénoms</td><td></td></tr><tr><td>Adresse</td><td>Rue</td></tr><tr><td></td><td>Code postal et ville</td></tr><tr><td colspan="2">Société d'appartenance (facultatif)</td></tr></table>		<input checked="" type="checkbox"/> Nom	LE BARNY	Prénoms	Pierre	Adresse	Rue		THALES Intellectual Property		31-33, avenue Aristide Briand	Code postal et ville	19 141 117 ARCUEIL Cedex	Société d'appartenance (facultatif)		<input checked="" type="checkbox"/> Nom		Prénoms		Adresse	Rue		Code postal et ville	Société d'appartenance (facultatif)		<input checked="" type="checkbox"/> Nom		Prénoms		Adresse	Rue		Code postal et ville	Société d'appartenance (facultatif)	
<input checked="" type="checkbox"/> Nom	LE BARNY																																		
Prénoms	Pierre																																		
Adresse	Rue																																		
	THALES Intellectual Property																																		
	31-33, avenue Aristide Briand																																		
Code postal et ville	19 141 117 ARCUEIL Cedex																																		
Société d'appartenance (facultatif)																																			
<input checked="" type="checkbox"/> Nom																																			
Prénoms																																			
Adresse	Rue																																		
	Code postal et ville																																		
Société d'appartenance (facultatif)																																			
<input checked="" type="checkbox"/> Nom																																			
Prénoms																																			
Adresse	Rue																																		
	Code postal et ville																																		
Société d'appartenance (facultatif)																																			
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivie du nombre de pages.																																			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)																																			
Sophie ESSELIN																																			



